

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA CRÍA CONTROLADA DE *Ascia monuste monuste* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE: PIERINAE) EN EL MUNICIPIO DE ARBELÁEZ (CUNDINAMARCA)

Y.A. Peña-Bermúdez^{1*}, D. Rodríguez-Aguilar²

Artículo recibido: 29 de abril de 2015. Aprobado: 5 de octubre de 2015

RESUMEN

Diferentes investigaciones han permitido conocer algunos aspectos del ciclo de vida de la mariposa *Ascia monuste monuste* (Linnaeus, 1764), mostrando su participación e impacto dentro del ecosistema que habita. A su vez, esta información permite generar pautas y definir posibles estrategias para establecer su potencial zootécnico dentro de un contexto viable y sostenible, debido a que actualmente existen segmentos del mercado donde una especie como esta tiene participación. En el presente trabajo, se estableció un modelo de crianza en un medio controlado (*ex situ* CON) y un medio natural (*in situ* NAT), y se evaluó el efecto de las condiciones medio ambientales (temperatura y humedad relativa) y condiciones de manejo (plantas hospederas y nutricias, predadores y sobrevivencia en diferentes estadios). Bajo el medio CON, de humedad relativa de 72% y temperatura promedio de 23 °C, los especímenes se reprodujeron, siendo estas, condiciones óptimas para el desarrollo del ciclo biológico de la especie. En el medio NAT se observó un mayor porcentaje de mortalidad en el paso de huevo a larva (CON 42,8% vs NAT 60,7%, $p < 0,05$). Sin encontrar diferencias ($p > 0,05$) en la sobrevivencia en los estadios de larva a pupa y de pupa a adulto. El medio CON mostro una menor mortalidad en el total del ciclo de vida frente al medio NAT (33,4% vs. 51,1%), con una duración promedio del ciclo de vida en los medios CON y NAT de 26,2 y 27,2 días, respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, la cría de *A. monuste monuste* es viable bajo condiciones controladas.

Palabras clave: Ciclo de vida, manejo, sobrevivencia, zoocría.

¹ Zootecnista, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. (Diagonal 18 No 20-29), Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia). * Autor para correspondencia: yuliandreapena@gmail.com.

² Zootecnista, MSc, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Cr. 30 nro. 45-07, Bogotá (Colombia).

SOME ASPECTS ABOUT CONTROLLED BREEDING *Ascia monuste monuste* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE: PIERINAE) IN THE ARBELAEZ TOWN (CUNDINAMARCA)

ABSTRACT

Several studies have shown some features about the life cycle of the butterfly *Ascia monuste monuste* (Linnaeus, 1764) emphasizing on its role and ecological relationships in the ecosystem which this specie inhabits. Simultaneously, valuable information from those studies have been used in order to generate guidelines and suitable strategies to define its real zootechnical potential due to the increasing demand of this kind of products from specialized markets. In the paper, an animal farming model was established in: 1. Controlled environment (*ex situ* CON) and 2. Natural conditions (*in situ* NAT), evaluated the effect of environmental conditions (temperature and relative humidity - RH), culture practices (host and nutritious plants, predators and survival at different ages of the life cycle). Under *ex situ* CON environment (23 °C, RH: 72%), the individuals were able to reproduce and these conditions were founded as optimal for life cycle development of the specie. A higher mortality was observed in NAT environment (CON, 42.8% vs NAT, 60.7%, $p < 0.05$) from egg to caterpillar stage. No differences ($p < 0.05$) were founded in survival during the transitions from caterpillar to pupa stage, the same from pupa to adult butterfly stage. In overall, *ex situ* CON environment showed less mortality along the specie life than the *in situ* NAT conditions (33.4% vs. 51.1%). Conversely, life cycle in *in situ* NAT conditions was better than controlled conditions: 26.2 and 27.2 days respectively. According to results obtained in this study, it is concluded that farming of *A. monuste monuste* is feasible under controlled environmental conditions.

Keywords: animal farming, life cycle, handling, survival.

INTRODUCCION

Colombia dada su posición geográfica se encuentra catalogada dentro del grupo de 14 países que alberga el mayor índice de biodiversidad en la tierra, entre otros países suramericanos como Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela (Andrade-C 2011). En este contexto, la riqueza de especies de mariposas en Colombia es de 3274 especies (Andrade-C *et al.* 2007), ocupando el segundo lugar a nivel mundial después de Perú y si se consideran los últimos trabajos realizados, el número de especies para Colombia aumentaría a 3279, gracias al registro y descripción de cuatro nuevas especies del género *Pedaliodes* (Pyrzc *et al.* 2013)

y una del género *Megaleas* (Henao y Andrade-C 2013).

El departamento de Cundinamarca reporta 372 especies, dentro de las cuales se encuentra la *Ascia monuste monuste* (Linnaeus, 1764), ubicada en la región flanco oriental de la Cordillera Occidental (Amat-García *et al.* 2007). Esta especie de tamaño mediano perteneciente a la familia *Pieridae* dentro de la superfamilia *Papilionoidea* del orden *Lepidoptera*, posee hábitos diurnos, con alas posteriores redondeadas, sin colas y cuya coloración puede ser blanca, amarilla o anaranjada, como se reporta para la mayoría de las especies pertenecientes a esta familia (Maes 1999; Maes 2007).

A pesar de que Colombia se sitúa como uno de los países más ricos en mariposas diurnas (Amat-García *et al.* 1999; Andrade-C 2011), la información sobre su ciclo biológico y condiciones de cría en sistemas naturales o controlados para diferentes especies con algún potencial zootécnico es muy bajo. Por ello, la cría masiva de mariposas promueve un fuerte lazo entre la conservación y el desarrollo, al disminuir la presión sobre poblaciones naturales y proveer individuos de mejor calidad y en mayor cantidad para los mercados locales e internacionales (Fagua *et al.* 2002).

Una alta tasa de sobrevivencia (> 70%) y homogeneidad en los días de duración por estadio, hacen de la cría de mariposas ornamentales una alternativa viable que ha venido incrementando su comercialización a nivel mundial dentro de mercados específicos como: a. decoración en eventos sociales (ej. matrimonios); b. coleccionistas y c. mariposarios, aumentando su demanda potencial (Carrascal 2002; Constantino 2006).

Este trabajo comparó el desarrollo de la *A. monuste monuste* en dos medios,

natural (*in situ*, NAT) y controlado (*ex situ*, CON), evaluando su impacto sobre la duración del ciclo biológico para establecer algunos parámetros productivos y ambientales, que permitan diseñar un modelo de crianza productivo viable bajo las condiciones observadas.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio. El trabajo se desarrolló entre los meses de abril y junio de 2010 en la finca “el Lucero” ubicada en la vereda Santa Barbará del municipio de Arbeláez (provincia del Sumapaz, Cundinamarca), Latitud 4,269545, Longitud -74,399869, con una temperatura promedio de 20°C, humedad relativa de 67,75% y una altitud de 1417 msnm.

Identificación de la especie. Un ejemplar capturado del área de estudio fue identificado en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, por parte del investigador Gonzalo Andrade, garantizando la captura de los parentales correctos (Figura 1).



FIGURA 1. Ejemplar de *A. monuste monuste*.

Captura de parentales. Partiendo de la identificación inicial, para obtener las posturas necesarias se capturaron con jama 15 individuos del área de estudio, permitiendo asegurar una relación adecuada de machos/hembras de acuerdo a lo sugerido por Sánchez (2004), ya que para *A. monuste monuste*, la diferenciación por dimorfismo sexual no está claramente definida.

Instalaciones. Para el medio natural (NAT), se adecuó un encierro construi-

do en madera y angeo plástico (3 m de alto, 4 m de ancho y 4 m de largo) con sistema de doble puerta. Este diseño permitió el desarrollo de las plantas, sin alterar el vuelo de las mariposas, facilitando su actividad reproductiva. Se colocó polisombra negra parcialmente en el techo, disminuyendo el efecto negativo de la radiación directa del sol sobre la deshidratación de las mariposas (Figura 2).

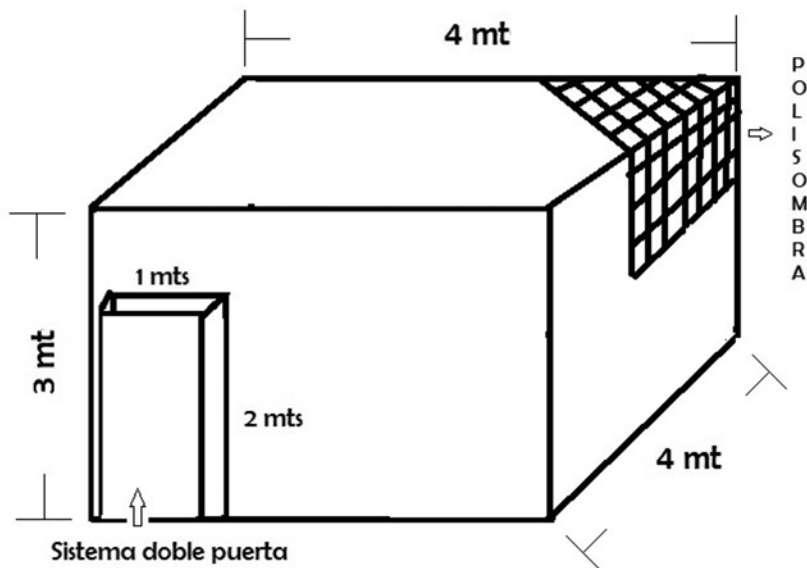


FIGURA 2. Medio natural (in situ, NAT).

Para el medio controlado (CON), se adecuó una habitación en concreto (2 m de alto, 4 m ancho y 3,5 m de largo), colocando unos estantes metálicos donde se ubicaron cajas de Petri, cajas plásticas y jaulas de empupado, utilizadas para depositar huevos, larvas y pupas, respectivamente. Posteriormente, al momento de emerger, las mariposas adultas fueron liberadas en el medio NAT.

Plantas hospederas y nutricias.

Como plantas hospederas en estadios inmaduros de *A. monuste monuste*, se ubicaron en bolsas dentro de la estructura construida en el medio NAT: a. Nabo silvestre (*Brassica rapa*) y b. Berros (*Cardamine bonariensis Persoon*); dentro del encierro, se encontraban ya establecidas plantas de Aliarida (*Alliaria petiolata*) y Bolsa de poeta (*Capsella bursa-pastoris*).

Estas plantas pertenecen a la clase *Magnoliopsida*, orden *Capparidales* y familia *Brassicaceae* (antes *Cruciferae*), las cuales tienen una amplia distribución, con 380 géneros y aproximadamente 3000 especies (Sánchez 2004). Como plantas nutricias para ejemplares adultos se introdujeron dentro del medio NAT, Verdolaga (*Portulaca grandiflora*), y Lantana (*Lantana camara*), las cuales ofrecían alimento a partir de su néctar de acuerdo a lo reportado por Sánchez (2004) y Maes (2007). La alimentación manejada en estadios inmaduros fue la misma para ambos medios.

Humedad relativa y temperatura ambiental. Se registró diariamente la temperatura y humedad relativa, (9:00 – 10:00 am) y (14:00 – 15:00 pm) durante el desarrollo del trabajo. En el medio NAT, se empleó riego constante por micro aspersión para proporcionar sustento al material vegetal y proveer una menor variación en el valor de humedad relativa como consecuencia de las altas temperaturas.

Manejo de posturas. Seis días después de la captura se procedió a la búsqueda y recolección de las posturas de los individuos alojados en el medio NAT, conservando en este lugar el 50% de las posturas y conduciendo la otra mitad al medio CON (huevo más hoja de la planta), depositándolas en cajas de Petri. A partir de este momento, en los diferentes meses de observación se realizó la comparación entre ambos medios.

Posterior a la eclosión en los medios CON y NAT, las larvas se alimentaron diariamente con hojas jóvenes de *Alliaria* (*Alliaria petiolata*) y Bolsa de poeta (*Capsella bursa-pastoris*). Al completar el desarrollo larval e iniciar su cambio hacia pupa, se observó una coloración más pálida, punto en el cual se dejaron de alimentar

y se trasladaron a la jaula de empupado, para finalmente ser llevadas al medio NAT antes de emerger para continuar su ciclo de vida natural.

Análisis estadístico. Para determinar el efecto del manejo establecido en los medios (CON vs NAT) sobre el porcentaje de sobrevivencia, porcentajes de eclosión, mortalidad y la duración del ciclo de vida (días) de los individuos, se realizó una comparación mediante una prueba T por medio del procedimiento GLM de SAS (SAS 2007). Se realizaron correlaciones de Pearson entre las diferentes variables evaluadas y los valores de temperatura y humedad relativa mediante del procedimiento PROC CORR de SAS (SAS 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones ambientales. Como lo señala Venter (2001), la temperatura y humedad relativa constantes son vitales en el desarrollo de las mariposas, ya que alguna variación puede incidir sobre el tiempo de duración del ciclo de vida, afectando su desarrollo, emergencia y generando cambios en el porcentaje de mortalidad. En el presente trabajo se realizó la captura de ejemplares en la zona durante febrero y marzo, siendo ubicados en el medio NAT. Sin embargo, la elevada temperatura ambiental (27°C) y la baja humedad relativa (55%) impactaron negativamente el desarrollo de la especie al disminuir la oferta alimenticia, conduciendo a la muerte de los especímenes capturados y a un menor número de posturas, afectando la sobrevivencia de la *A. monuste monuste*, como consecuencia del estrés vivido. En la Tabla 1 se observan los valores promediados registrados durante el periodo experimental (abril - junio) para estas dos variables.

TABLA 1. Promedio de temperatura y humedad relativa en los medios CON y NAT.

Mes	Temperatura (°C)				Humedad Relativa (%)			
	CON		NAT		CON		NAT	
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
Abril	22,4	23,9	22,4	22,6	67,1	65,0	65,9	65,2
Mayo	23,3	24,4	23,3	24,3	69,9	64,5	70,9	64,7
Junio	22,0	24,4	23,1	24,0	72,4	68,9	71,1	68,8

CON: desarrollo *ex situ*, recamara de cría. **NAT:** desarrollo *in situ*, encierro. **AM:** mañana. **PM:** tarde.

De acuerdo con Sánchez (2004), para una crianza efectiva de *A. monuste monuste* es vital controlar factores como la humedad relativa, la incidencia de luz, la posibilidad de sombra y la presencia de recursos alimenticios. Durante abril, una menor pluviosidad e intensidad lumínica con días nublados, generaron un valor de humedad relativa más bajo en horas de la mañana para el medio NAT frente al medio CON, mostrando este último un valor más alto de temperatura en horas de la tarde. Por su parte, durante mayo y junio se registraron mayores valores en ambas variables frente a lo registrado en abril; sin embargo, en mayo se observó una menor humedad relativa en horas de la tarde, como resultado de una mayor temperatura ambiental y en junio, una mayor humedad relativa fue observada en el medio CON, al presentar una menor temperatura frente al medio NAT. Se concluye que la mayor hume-

dad relativa registrada durante mayo y junio permitió mantener un equilibrio de ambos sistemas logrando un mejor desarrollo y control del ciclo de vida de *A. monuste monuste*.

Desarrollo biológico. Como resultado del apareamiento de los parentales capturados en marzo, ocho mariposas fueron observadas en el medio NAT iniciando abril, a partir de las cuales y luego de capturar siete individuos del medio, se inició la fase de evaluación de la especie para lo cual se realizaron dos cosechas de huevos por mes. Se partió con un N poblacional de 233 huevos, registrando la cantidad de individuos que resultaban por cada estadio (Tabla 2). Se observó un menor número ejemplares adultos en los dos medios para abril frente a mayo y junio (20 vs. 40 y 84, respectivamente), obteniendo un porcentaje de sobrevivencia del 61,8% durante la fase de evaluación.

TABLA 2. Cantidad de individuos observados en los diferentes estadios durante los meses de colectas y cosechas de *A. monuste monuste*.

Mes	ABRIL		MAYO		JUNIO		Total	
	Ambiente	CON	NAT	CON	NAT	CON		NAT
Estadio	Huevos	28	28	34	32	56	55	233
	Larvas	16	11	28	24	50	40	169
	Pupas	13	7	25	20	46	38	149
	Mariposas	13	7	24	16	46	38	144

CON: desarrollo *ex situ*, recámara de cría. **NAT:** desarrollo *in situ*, encierro.

Barros-Bellanda y Zucoloto (1999), afirmaron que existe una relación intrínseca entre la calidad y valor nutritivo, definido por el contenido de nitrógeno en las plantas, es decir que la elección por parte de la mariposa está influenciada por esos dos factores, determinando a su vez la elección de la planta y el número de posturas. Lo anterior se vio reflejado en abril, donde las condiciones ambientales no permitieron un buen desarrollo de las plantas hospederas, traducándose en un bajo número de posturas; frente a mayo y junio, donde la mayor cantidad de días soleados y lluviosos, favorecieron positivamente las plantas nutricias y hospederas, especialmente en junio, donde el número de posturas con respecto a abril y mayo se incrementó en 49.5% y 40.5%, respectivamente.

Con relación al porcentaje de mortalidad, contrario a Sánchez (2004), quien reportó un mayor valor durante el paso del estadio de larva a pupa, atribuido a condiciones de manejo, falta de experiencia en la limpieza y suministro inadecuado de alimento, en este trabajo se observó una mayor mortalidad en el paso de huevo a larva durante todo el periodo de evaluación, siendo de 27 individuos en abril, este valor puede ser explicado, como indica Barros-Bellanda y Zucoloto (2003), porque adultos

emergentes con bajas reservas de nutrientes van a generar una menor cantidad y calidad de la postura; además, las hembras pueden poner huevos dispersos, disminuyendo el porcentaje de eclosión, ya que las posturas gregarias favorecen el proceso de desarrollo y crecimiento, aumentando la supervivencia a través el mecanismo termo regulatorio originado por la agrupación de los huevos (Sánchez 2004). Por lo tanto, los ejemplares capturados del medio durante este mes, tuvieron una menor disponibilidad de alimento del medio, dada las condiciones ambientales registradas en la zona, afectando así la viabilidad de su postura.

Duración del ciclo de vida y caracterización por estadio. Como se a descrito por otros autores (Barros-Bellanda y Zucoloto 1999; Sánchez 2004; Bittencourt-Rodríguez y Zucoloto 2009; Laguna 2010), la duración del ciclo de vida puede verse afecta por cambios en los valores de humedad relativa y temperatura ambiental, la disponibilidad de alimento en el medio y el control de predadores, generando variaciones de tiempo entre estadio, afectando así la disponibilidad de individuos cuando estos son criados en medios *ex situ*. En la Tabla 3 se observa la duración del ciclo de vida para cada cosecha realizada durante la fase de evaluación.

TABLA 3. Duración en días del ciclo de vida de la mariposa *A. monuste monuste* criadas en condiciones *ex situ* e *in situ*.

Medio	Huevos/días		Larvas/días		Pupa/días		Total/días	
	CON	NAT	CON	NAT	CON	NAT	CON	NAT
Cosecha 1	6	6	10	10	9	10	25	26
Cosecha 2	6	7	10	10	9	10	25	27
Cosecha 3	6	7	11	10	11	11	28	28
Cosecha 4	6	6	11	10	9	11	26	27
Cosecha 5	6	6	10	10	10	10	26	26
Cosecha 6	6	7	10	10	11	11	27	28
Promedio	6	6,5	10,3	10	9,8	10,5	26,2a	27,2b

CON: desarrollo *ex situ*, recamara de cria. **NAT:** desarrollo *in situ*, encierro. Valores con letra diferentes fueron significativos (P T<=t 0,05).

Las diferencias temporales por estadio no fueron significativas ($p > 0,05$) entre los dos medios de crianza. No obstante, en la duración total promedio del ciclo de vida obtenido de las seis cosechas realizadas, se observó una diferencia estadística $P(T \leq t, 0,012)$ entre los dos medios de crianza (Tabla 3). Esta diferencia puede ser atribuida a un mayor incremento de la temperatura ambiental en las horas de la tarde (2,4%) en el medio CON, lo cual afectó el tiempo de duración para los estadios de huevo y pupa, conduciendo una reducción de la duración total del ciclo de vida en 19,2 horas promedio frente al medio NAT.

Durante el paso de crisálida a adulto, la temperatura ambiental promedio del periodo de medición mostró un incremento en las horas de la tarde de 2,4%, llegando a ser de 24,2 °C, lo cual condujo a acelerar el proceso de eclosión, alcanzando una variación de dos días en la duración total del ciclo de vida, concordando con lo reportado por Sánchez (2004), quien indicó que dichas diferencias pueden ser causadas por la temperatura ambiental.

A continuación se describe cada uno de los estadios que conforman el ciclo de vida de la mariposa *A. monuste monuste* (Figura 3):

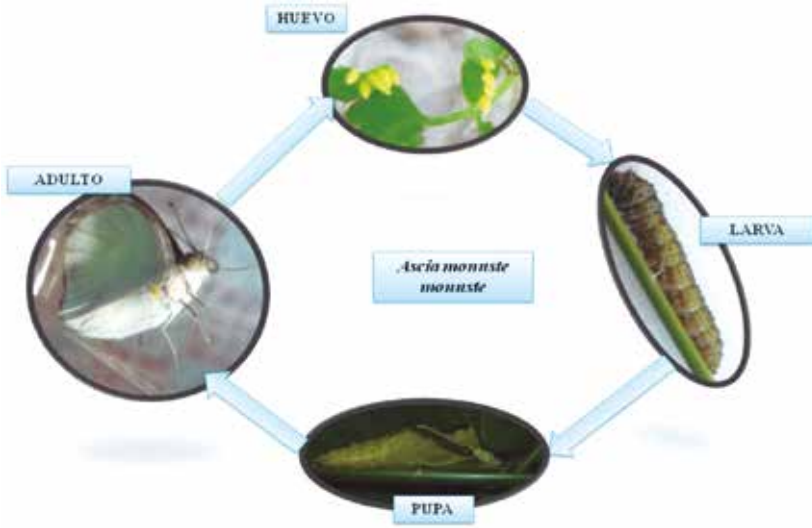


FIGURA 3. Ciclo de vida de la mariposa *A. monuste monuste*.

a. Huevo. Los huevos colectados tenían forma ovalada alargada (1,5 a 3 mm de largo), de coloración amarilla. Las posturas generalmente fueron de manera gregaria, sobre la parte adaxial y abaxial de hojas jóvenes

y en el tallo de plantas próximas al suelo. Sin embargo, al no encontrar la planta hospedera adecuada, se hicieron posturas separadas (Figura 4). La eclosión ocurrió luego de seis días, en ambos ambientes.



FIGURA 4. Postura de *A. monuste monuste*.

- b. Larva.** De forma cilíndrica y pequeña, de coloración verde grisácea con puntos negros y dos líneas amarillas por todo el cuerpo a nivel de los espiráculos, con una alta capacidad de ingestión de alimento, características que concuerdan con lo descrito por (Acevedo *et al.* 1999) y Maes (2007). La duración promedio de este estadio fue de 10 días en ambos medios.
- c. Pupa o crisálida.** Las larvas se ubicaron en una parte elevada para iniciar el estadio de pupa o crisálida. En el medio CON se ubicaron en el extremo superior de la jaula de empupado, mientras que en el medio NAT, buscaron un tallo tomando una posición vertical, sosteniéndose por medio del cremaster o hilo dando la apariencia de no estar viva. El color de la crisálida se

tornó más claro con el paso del tiempo, observando unas marcas negras. La duración de este proceso fue de 9,8 y 10,5 días para los medios CON y NAT, respectivamente.

- d. Adulto o imago.** El tamaño promedio de los adultos fue de 5 cm, de coloración blanca cremosa en los machos, y amarillo pálido en las hembras con un color negro en las puntas de las alas anteriores, lo cual coincide con lo descrito por Sánchez (2004) y Maes (2007).

Sobrevivencia de pupas y emergencia de adultos. En la transición del estadio de larva a pupa y de pupa a adulto no se observaron diferencias significativas en la sobrevivencia (Tabla 4). A su vez, las condiciones medio ambientales no afectaron significativamente esta variable, mostrando una menor mortalidad.

TABLA 4. Sobrevivencia de pupas y adultos en individuos de *A. monuste monuste*.

Estadio	Ambiente	Promedio	Error	Ds	Pr > t
Pupas	Natural	83,7	10,6	26,0	0,65
	Controlado	87,8	3,3	8,2	
Adulto	Natural	93,1	4,5	11,1	0,26
	Controlado	97,5	1,8	4,5	

Valor de significancia (P T<=t 0.05).

Una mayor sobrevivencia se traduce como la posibilidad que tiene un lepidóptero de alcanzar un ciclo total de desarrollo que responde, como lo indica Laguna (2010), a una coincidencia simultanea de ciertas variables condicionales en todas sus fases como el fotoperiodo, la humedad relativa, la evaporación del agua, la vegetación disponible y la temperatura ambiental, siendo esta *última capaz de modificar la velocidad del proceso biológico*, bajo el concepto de

tiempo fisiológico; es decir, una crisálida inmóvil puede permanecer en condiciones climáticas similares que una mariposa, sin necesitar alimento. Por lo tanto, el éxito de la cría en el medio CON, necesitó definir y mantener constantes las condiciones de temperatura ambiental, humedad relativa y luminosidad, sumado a un manejo optimo, logrando así disminuir los porcentajes de mortalidad e incrementar la supervivencia larvaria y la emergencia de adultos.

Porcentajes de eclosión y mortalidad.

El porcentaje de eclosión fue diferente ($T<=t, 0,005$) entre los medios NAT y CON (Figura 5), mostrando este último 12,9% mayor cantidad eclosiones, resultado de un mejor control y manejo de la postura (huevos), frente al medio NAT, donde esta labor se dificulta, sumado al efecto negativo de las condiciones ambientales, que pueden aumentar la incidencia de predadores.

Con relación a la mortalidad total observada durante el ciclo biológico (Figura 5), el medio CON mostró 17,7% menor mortalidad ($P(T<=t, 0,008)$) frente al medio NAT, en el cual se dificulta controlar aspectos relevantes como la

oferta de alimento y competencia por el mismo, migración de larvas, predadores y modificaciones abruptas de temperatura ambiental y humedad relativa en el encierro, como las registradas durante la fase inicial del trabajo (28°C y 54%), siendo estas variaciones claves para establecer los valores óptimos, partiendo de los datos obtenidos en mayo y junio, periodos que mostraron una menor oscilación en las condiciones ambientales, influyendo de manera positiva sobre estas dos variables, las cuales, cabe resaltar, también aumentaron la presencia de predadores en el medio NAT, afectando la viabilidad de los ejemplares que se desarrollaron dentro de este medio.

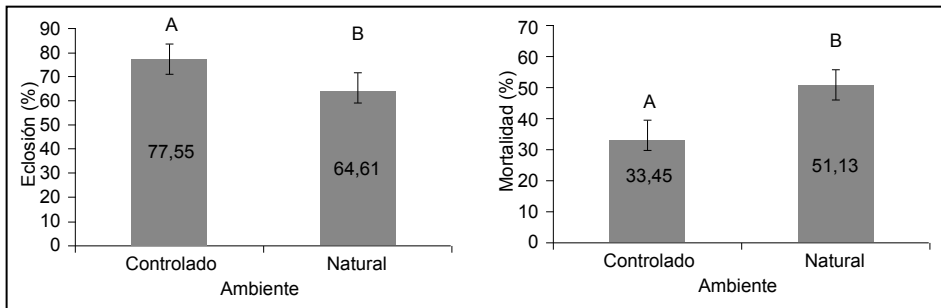


FIGURA 5. Porcentajes de eclosión y mortalidad total durante el ciclo de vida de *A. monuste monuste* bajo los dos medios de crianza.

Control de predadores y medidas sanitarias. Las arañas y las hormigas fueron los principales agentes perturbadores para ambos medios. Las hormigas afectaron más los estadios de huevo y larva, mientras que las arañas y las avispas, prefirieron individuos más grandes, consumiendo o succionando parte de su presa como se observa en la Figura 6; estos predadores se encuentran dentro de los descritos por Carrascal (2002). En el medio NAT, este

podría ser uno de los factores más relevantes relacionado con la sobrevivencia, donde a pesar de realizar un control visual de predadores, estos fueron causantes de la mayor incidencia de muerte a nivel de huevo - larva frente al medio CON. Con relación a este último, el uso de una recámara de cría, representa un menor riesgo frente a un desarrollo *in situ*, permitiendo un mejor control de predadores, como lo sugiere Constantino (2006).



FIGURA 6. Ejemplar adulto atacado por arañas.

Análisis de correlación entre las variables ambientales y los medios de crianza.

Las correlaciones obtenidas al comparar los valores de temperatura ambiental y humedad relativa frente a las variables de

porcentajes de eclosión, sobrevivencia de larvas y pupas, mortalidad total y la duración del ciclo de vida (días), registrados durante el periodo total de observación para ambos medios se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5. Correlaciones obtenidas entre los factores ambientales y variables biológicas registradas durante el periodo de observación del ciclo de vida de *A. monuste monuste* en ambos medios.

	% Eclosión	Sobrevivencia (%)		% Mortalidad	Duración Ciclo de vida
		Larvas	Pupas		
Medio NAT					
TAM	-0,03	0,02	0,95	-0,86	0,49
	0,94	0,96	0,003	0,02	0,33
TPM	0,56	-0,70	-0,70	-0,78	0,69
	0,25	0,12	0,12	0,07	0,13
HRAM	0,73	0,55	-0,87	-0,74	0,71
	0,10	0,25	0,02	0,09	0,11
HRPM	0,29	0,86	0,16	-0,92	0,42
	0,58	0,02	0,75	0,01	0,41
Medio CON					
TAM	-0,33	0,16	0,36	0,37	0,31

	% Eclosión	Sobrevivencia (%)		% Mortalidad	Duración Ciclo de vida
		Larvas	Pupas		
TPM	0,51	0,76	0,48	0,47	0,54
	-0,40	0,37	0,11	-0,29	0,58
HRAM	0,43	0,47	0,83	0,58	0,23
	0,57	0,14	-0,66	-0,97	0,54
HRPM	0,23	0,79	0,15	0,001	0,26
	0,62	0,71	0,30	-0,90	0,26
	0,18	0,11	0,56	0,01	0,62

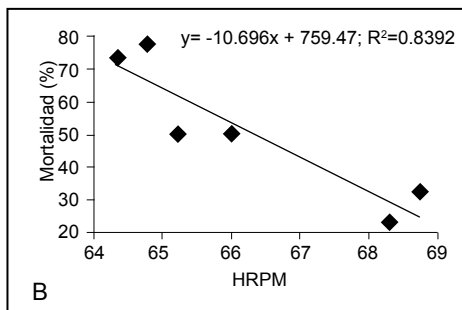
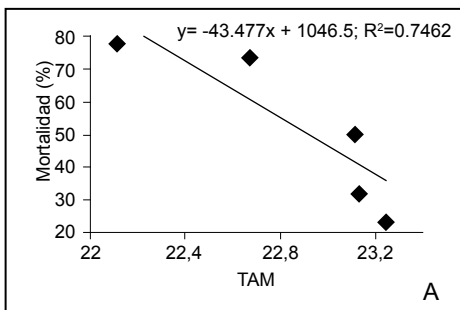
TAM: Temperatura ambiental mañana. **TPM:** Temperatura ambiental tarde.

HRAM: Humedad relativa mañana. **HRPM:** Humedad relativa tarde.

Valor - p significativo a ($p < 0.05$) para Prob > |r|, N=6.

Con relación al medio NAT, se observó que a una mayor temperatura (TAM) ($0,95, P=0,003$) y una menor humedad relativa (HRAM) ($- 0,87 P=0,02$) en las horas de la mañana, el porcentaje de sobrevivencia de las pupas será más alto, mientras que un mayor porcentaje de humedad relativa en las horas de la tarde (HRPM) ($0,86, P=0,02$), mejora el porcentaje de sobrevivencia de las larvas. Así mismo, una mayor temperatura en la mañana ($- 0,86, P=0,02$) y una mayor humedad relativa en las hora de la tarde ($- 0,92, P=0,01$), conducen a una disminución en el porcentaje de mortalidad

total registrado durante todo el ciclo de vida de *A. monuste monuste*, durante el periodo de observación de este trabajo. Para el medio CON, mantener el porcentaje de humedad relativa elevado durante la mañana ($- 0,97, P=0,001$) y la tarde ($- 0,90, P=0,01$), conduce a una disminución del porcentaje de mortalidad total observado. Para cada una de las correlaciones señaladas anteriormente se realizó la respectiva regresión lineal para el medio NAT para las variables porcentaje de mortalidad total (Figura 7 a y b) y sobrevivencia de las pupas (Figura 7 c y d).



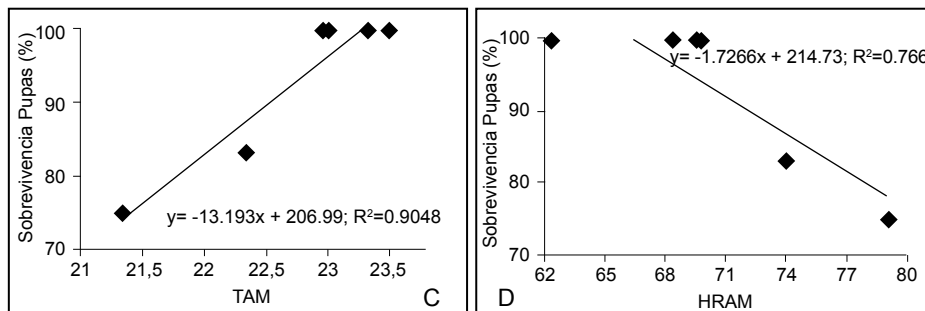


FIGURA 7. Ecuaciones de regresión lineal entre el porcentaje de mortalidad total y de sobrevivencia de pupas, versus las condiciones ambientales evaluadas en el medio NAT.

Partiendo de los resultados obtenidos de los 6 ciclos de vida de *A. monuste monuste* registrados durante los tres meses de observación y bajo las condiciones del presente trabajo, podemos inferir, a partir de la ecuación de regresión lineal y su dominio en el caso del medio NAT, que una TAM y HRAM máxima en las horas de la mañana de 23°C y 72%, respectivamente, permiten alcanzar una sobrevivencia de las pupas por encima del 90%. Así mismo, una TAM por debajo de 23°C y una HRPM por debajo de 68%, conducen a un incremento de la mortalidad total observada (Figura 7 a y b). Incrementos en el valor de humedad relativa por efecto de una menor temperatura ambiental en las horas de la mañana, conduce a disminuir la tasa de

evaporación, afectando la viabilidad de las pupas, donde valores por arriba de 75% disminuyen la sobrevivencia de las pupas cerca de un 5%.

Con relación al medio CON, un valor de humedad relativa en las horas de la mañana (HRAM) de 72% conduce a una mortalidad total durante todo el ciclo de 19% (Figura 8). Autores como Sánchez (2004) y Laguna (2010) indican que el valor óptimo durante el periodo larvario total se encuentra en 75%, por lo tanto, bajo condiciones controladas es esencial alcanzar un valor cercano a este, teniendo en cuenta que la temperatura ambiental y la luminosidad, juegan un papel esencial en la duración y la viabilidad de los individuos.

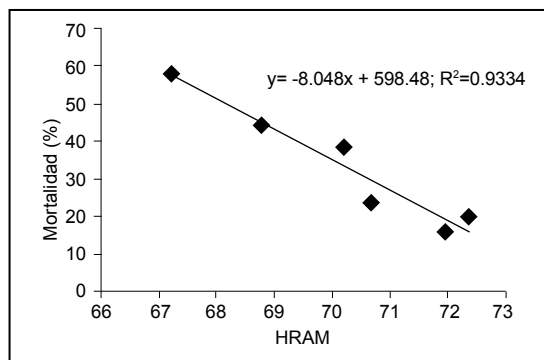


FIGURA 8. Ecuación de regresión lineal entre el porcentaje de mortalidad total versus la humedad relativa en horas de la mañana para el medio CON.

Potencialidad de la especie para el biocomercio. Con referencia a *A. monuste monuste* no se encuentran datos específicos que establezcan su comercialización dentro de un mercado específico. Diferentes autores como Díaz *et al.* (2002), Martínez (2005) y Gómez (2006), sugieren que especies con tonalidades en las alas que van desde el blanco hasta el amarillo pueden ser comercializadas para eventos sociales como bodas, primeras comuniones y fiestas de 15 años. De otra parte, ya que esta mariposa presenta un aspecto delicado y tamaño mediano, podría ser utilizada en la fabricación de artesanías y joyas y además, por su facilidad de cría en cautiverio, puede ser introducida en mariposarios o vivarios, en conjunto con otras especies al mostrar características adecuadas para ser criada en masa, ya que:

1. Posee altas tasas reproductivas y ciclos de vida cortos;
2. Estimula la regeneración y conservación de los bosques y de las poblaciones naturales de mariposas;
3. Su crianza puede implementarse en comunidades locales, generando empleo bajo criterios de sostenibilidad ambiental, mejorando su calidad de vida.

Modelo de crianza productivo viable bajo las condiciones observadas. Las condiciones ambientales son determinantes en el éxito de la cría de mariposas, de acuerdo a lo observado durante la fase experimental, fluctuaciones de temperatura (2,4°C), humedad relativa (7,9%) y disponibilidad de alimento, afectan el desarrollo del ciclo de vida de la *A. monuste monuste*.

Un modelo de crianza bajo las condiciones observadas debe garantizar una humedad relativa promedio de 72% y una temperatura promedio 23°C, para obtener un porcentaje de supervivencia superior al 90%, donde se recomienda introducir como fuentes alimenticias en estadios

inmaduros Aliarida (*Alliaria petiolata*) y Bolsa de poeta (*Capsella bursa-pastoris*), mientras que para ejemplares adultos, la introducción en el medio de Lantana (*Lantana camara*), ofrecieron sustento y desarrollo a las mariposas a lo largo de su ciclo de vida.

En este trabajo, el paso entre el estadio de huevo a larva (eclosión) fue el más sensible durante el ciclo de vida de *A. monuste monuste*, siendo el porcentaje de mortalidad atribuido en gran medida al manejo alimenticio y el control de predadores. Por ello, el mantenimiento continuo de las plantas es indispensable para garantizar una fuente alimenticia en términos de calidad y cantidad, ya que una baja calidad nutricional de las plantas afecta la cantidad y viabilidad de posturas, específicamente al disminuir la reserva de nutrientes efectiva para su desarrollo en estos estadios. De otra parte, un manejo estricto de arañas, hormigas y otros predadores debe ser implementado para mitigar el impacto negativo sobre la sobrevivencia de la especie.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que la cría de *A. monuste monuste* es viable bajo condiciones controladas dada la menor tasa de mortalidad en comparación con la cría en condiciones naturales, donde factores como oferta de alimento y competencia por el mismo, migración de larvas, predadores y variaciones abruptas en la temperatura ambiental o la humedad relativa pueden influir negativamente el desarrollo general de una población. Por tanto, se recomiendan valores promedio de humedad relativa y temperatura de 72% y 23°C para la cría controlada de *A. monuste monuste*.

En este sentido, la temperatura y la humedad relativa afectan significativamente el desarrollo y la duración del ciclo de vida de la mariposa en cada estadio como se observó en este trabajo, siendo variables a controlar en cada fase del ciclo biológico. Un incremento de la humedad relativa puede afectar de forma positiva la sobrevivencia de las larvas. Sin embargo, una reducción de misma y el incremento de la temperatura en la mañana se asocian de manera positiva con la sobrevivencia de pupas. De otra parte, un incremento de la temperatura ambiental en las horas de la tarde puede conducir a una menor duración del ciclo de vida para la especie *A. monuste monuste*.

Finalmente se recomiendan nuevos trabajos que permitan establecer otros aspectos biológicos y productivos de esta y otras especies para evitar la sobre explotación y enriquecer la información existente contribuyendo a su conservación.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo E, Alicea C, Almodóvar W, *et al.* 1999. Conjunto tecnológico para la producción de repollo. (San Juan de Puerto Rico): Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico / Ed. Río Piedras, 36 p.
- Andrade-C GM, Campos-Salazar R, González-Montaña LA, Pulido-B HW. 2007. Santa María mariposas alas y color. Serie de Guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia No. 2. Bogotá (CO): Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Andrade-C GM. 2011. Estado de conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat. 35(137): 491-507.
- Amat-García G, Andrade-C MG, Fernández F. 1999. Insectos de Colombia: Volumen II. Bogotá (CO): Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Editora Guadalupe Ltda. 433 p.
- Amat-García G, Andrade-C MG, Amat-García E, editores. 2007. Libro rojo de invertebrados terrestres de Colombia. Bogotá: Instituto De Ciencias Naturales - Universidad Nacional De Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto Alexander Von Humboldt. Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Social. 216 p.
- Barros-Bellanda HCH, Zucoloto FS. 1999. Performance and host preference of *Ascia monuste* (Lepidoptera, Pieridae). J. Insect. Physiol. 45(1): 7-14. Doi: 10.1016/S0022-1910(98)00094-8.
- Barros-Bellanda HCH, Zucoloto FS. 2003. Importance of Larval Migration (Dispersal) for the Survival of *Ascia monuste* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae). Neotrop. Entomol. 32(1): 11-17. Doi: 10.1590/S1519-566X2003000100002.
- Bittencourt-Rodrigues RS, Zucoloto FS. 2009. How feeding on young and old leaves affects the performance of *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera, Pieridae). Revista Brasileira de Entomologia 53(1): 102-106. Doi: 10.1590/S1519-566X2005000200004.
- Carrascal R. 2002. Evaluación de tres sistemas para cría de mariposas [tesis]. [Bogotá (CO)]: Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia - Universidad Nacional de Colombia.
- Constantino LM. 2006. Biocomercio sostenible de insectos: estado actual, perspectivas y dificultades del mercado en Colombia con especial referencia en Coleóptera y Lepidóptera. En: [Socolen]. Memorias. XXXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología – Socolen; 26-28 jul. 2006; Manizales (CO): p. 35-49.
- Díaz JA, Ávila LM. 2002. Sondeo del mercado mundial de mariposas. Bogotá (CO): Instituto Alexander von Humboldt. 40 p.
- Fagua G, Gómez R, Gómez A. 2002. Estudio de viabilidad para la cría de mariposas y coleópteros como alternativa productiva para la regeneración del bosque en territorios dedicados a la siembra de cultivos ilícitos en San José del Guaviare (Colombia). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa (30): 223-224.

- Gómez R. 2006. Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. (38): 451-460.
- Henaó R, Andrade-C MG. 2013. Registro del género *Megaleas* (Lepidoptera: Herperiidae: Hesperinae) para Colombia con descripción de una nueva especie. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 37(142): 29-35.
- Laguna JT. 2010. Mariposas diurnas de la puebla de Hajar [Internet]. Zaragoza (ES): Asociación Naturalista de Aragón; [Citado 2015 abr 3]. Disponible en: <https://bajomartin.wordpress.com/2010/05/16/mariposas-diurnas-de-la-puebla-de-hjar/>.
- Maes JM. 1999. Insectos de Nicaragua. Vol. II. Managua (NI): Secretaría Técnica Bosawas, Marena de Managua.
- Maes JM. 2007. Pieridae (Lepidoptera) de Nicaragua. Rev. Nica. Ent. Supl. 1: 313 p.
- Martínez R. 2005. Estudio de factibilidad económico para la recolección-cría y comercialización de mariposas en la comunidad de Peña Roja de la amazonia colombiana. Bogotá (CO): Fundación Natura Colombia.
- Venters N, Rogers L, Chesterfield P. 2001. The Comercial butterflies breeders manual. Southampton (UK).
- Pyrz W, Prieto C, Vilorio L, Andrade-C MG. 2013. New species of high elevation cloud forest butterflies of the genus *Pedales* Butler from the northern Colombian Andes (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). Zootaxa. 3716: 528-538.
- Sánchez R. 2004. Protocolo de cría para dos especies de mariposas, *Ascia monuste* (Linnaeus 1746) y *Leptophobia aripa* (Boisduval 1836) bajo condiciones controladas en el municipio de la Mesa, Cundinamarca [tesis]. [Bogotá (CO)]: Facultad de Ciencias - Pontificia Universidad Javeriana.
- [SAS] Statistical Analysis System Institute Inc. 2007. SAS/STAT. Version 9.2 User's Guide. Cary (NC): SAS Institute Inc.

Article citation:

Peña-Bermúdez YA, Rodríguez-Aguilar D. 2015. Algunos aspectos sobre la cría controlada de *Ascia monuste monuste* (Lepidoptera: Pieridae: Pierinae) en el municipio de Arbeláez (Cundinamarca) [Some aspects about controlled breeding *Ascia monuste monuste* (Lepidoptera: Pieridae: Pierinae) in the Arbeláez town (Cundinamarca)]. 62(3): 58-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n3.54942>.